

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3305 104 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 33 05 104.6
㉔ Anmeldetag: 15. 2. 83
㉕ Offenlegungstag: 16. 8. 84

⑤ Int. Cl. 3:
G 02 B 5/172
G 02 B 5/176
G 02 B 5/30

DE 3305 104 A 1

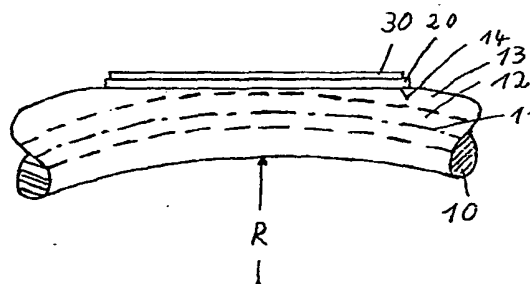
㉚ Anmelder:
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

㉛ Erfinder:
Petermann, Klaus, Dr.-Ing., 7900 Ulm, DE; Weidel,
Edgar, 7913 Senden, DE

Patentamt

⑤4 **Faseroptischer Polarisator**

Die Erfindung betrifft einen faseroptischen Polarisator mit einem hohen Polarisationsgrad für einen einwelligen Lichtwellenleiter (Monomodefaser). Dieses wird erreicht durch eine tangential an den Lichtwellenleiter angeschliffene Oberfläche, auf die eine dielektrische Schicht und ein Metallfilm aufgedampft sind.



DE 3305 104 A 1

15-00-03

3305104

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/Ja/rß
UL 83/21

Patentansprüche

1. Faseroptischer Polarisator, bestehend aus einem ein-
welligen Lichtwellenleiter mit einem Kern und einem Mantel
der in einem Teilbereich eine tangential zum Kern liegende
Oberfläche besitzt, die von einem Metallfilm überzogen
05 ist, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Oberfläche
(14) und dem Mantelfilm (30) mindestens eine dielektrische
Schicht (20) angeordnet ist mit einer optischen Dicke, die
in Kombination mit dem Metallfilm (30) eine wesentliche
Dämpfung einer Polarisationsrichtung des
10 Lichts erzeugt.
2. Polarisator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Oberfläche (14) entstanden ist durch im wesent-
lichen tangentialen Anschleifen eines gekrümmten Licht-
15 wellenleiters.

...

3. Polarisator nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20) und/oder der Metallfilm (30) aufgedampft sind.

05 4. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20) Kalziumfluorid (CaF_2) und/oder Magnesiumfluorid (MgF_2) enthält.

10 5. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallfilm (30) Aluminium enthält.

15 6. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20) einen Brechungsindex n_{20} besitzt gemäß der Formel

$$20 \quad n_{20}^2 \approx \frac{n_e^2}{1 + n_e^2 / (n'')^2}$$

25 bei der n'' den Imaginärteil des Brechungsindex des Metallfilm(30) bezeichnet, $n_e = \beta \cdot \lambda / (2\pi)$ den effektiven Ausbreitungsindex der Grundwelle des Lichts im Lichtwellenleiter, β bzw. λ die Ausbreitungskonstante bzw. die Wellenlänge der Grundwelle angibt.

30 7. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Polarisationsgrad von mindestens 99,99% vorhanden ist.

...

15-183

3305104

- 3 -

UL 83/21

8. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20)
eine Dicke $0,5\mu\text{m}$ besitzt.

05

10

15

20

25

30

...

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/Ja/rB
UL 83/21

Beschreibung

"Faseroptischer Polarisator"

Die Erfindung betrifft einen faseroptischen Polarisator nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

05

Ein derartiger Polarisator ist bekannt aus der DE-OS 30 11 663. Derartige Polarisatoren lassen bei dem Lichtwellenleiter lediglich eine Polarisationsrichtung der Grundwelle des übertragenen Lichts passieren. Die Unterdrückung (Dämpfung) der nicht übertragenen Polarisationsrichtung wird gekennzeichnet durch den Polarisationsgrad des durchgelassenen, polarisierten Lichts. Derartige faseroptische Polarisatoren werden für vielfältige Anwendungen benötigt, z.B. für faseroptische Sensoren, für
10
15 spezielle Komponenten der optischen Nachrichtentechnik,

...

wie z.B. für optische Richtungsleitungen, sowie für Anordnungen der kohärenten optischen Nachrichtentechnik.

Der bekannte faseroptische Polarisator besteht aus einem
05 einwelligen Lichtwellenleiter, der auch Monomodefaser
genannt wird, an dessen Mantel, tangential zum Kern, eine
im wesentlichen ebene Oberfläche angeschliffen ist. Auf
dieser Oberfläche ist ein Metallfilm aufgebracht. Dieser
Polarisator besitzt in nachteiliger Weise lediglich einen
10 geringen Polarisationsgrad.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen gattungsgemäßen
Polarisator dahingehend zu verbessern, daß ein hoher Po-
larisationsgrad erreichbar ist und daß ein derartiger
15 Polarisator in wirtschaftlicher Weise herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die im kennzeichnenden
Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale. Ausge-
staltungen und Weiterbildungen sind den Unteransprüchen
20 entnehmbar.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungs-
beispiels unter Bezugnahme auf eine schematische Zeichnung
näher erläutert. Die Figur zeigt einen Längsschnitt durch
25 einen erfindungsgemäßen Polarisator.

Der dargestellte einwellige Lichtwellenleiter 10, z.B.
eine Monomodefaser aus dotiertem und undotiertem Quarz-
glas, besitzt eine Faserachse 11 (optische Achse), einen
30 lichtführenden Kern 12 mit einem Durchmesser von ungefähr
4µm - 10µm.

und einen den Kern 12 umgebenden Mantel 13 mit einem Außendurchmesser von ungefähr 100 - 150 μm . Der Lichtwellenleiter 10 ist in einem gekrümmten Zustand dargestellt mit einem Krümmungsradius R von ungefähr 1m. In diesem Zustand ist an dem Lichtwellenleiter tangential eine im wesentlichen ebene Oberfläche 14 angeschliffen, die den Kern 12 zumindest berührt. Durch einen im Vakuum ausgeführten Aufdampfvorgang sind zumindest auf der Oberfläche 14 mindestens eine dielektrische Schicht 20 und mindestens ein Metallfilm 30 entstanden. Der Abstand zwischen der Faserachse 11 und der Oberfläche 14 ist so gewählt, daß im Kern 12 geführtes Licht in die dielektrische Schicht 20 eingekoppelt wird.

Die Wirkungsweise der Erfindung beruht darauf, daß sich an der Grenzfläche zwischen der dielektrischen Schicht 20 und dem Metallfilm 30 eine Oberflächenwelle ausbildet. Diese Oberflächenwelle hat eine transversal-magnetische Polarisationskomponente (TM-Polarisation), die stark verlustbehaftet ist. Wenn die Ausbreitungskonstante dieser Oberflächenwelle gerade gleich der Ausbreitungskonstante der Grundwelle des in dem einwelligen Lichtwellenleiter geführten Lichts entspricht, entzieht die Oberflächenwelle der TM-polarisierten Grundwelle sehr viel Energie, die im Metallfilm 30 absorbiert wird, so daß dieser Vorgang schließlich zu einer nahezu vollständigen Absorption der TM-polarisierten Grundwelle führt. Lediglich die transversal-elektrische Polarisationskomponente (TE-Polarisation) der Grundwelle des Lichts wird nahezu verlustfrei weitergeleitet, so daß die gewünschte Polarisatorwirkung entsteht.

...

In einem ungestörten Lichtwellenleiter breitet sich die Grundwelle des Lichts in axialer Richtung mit der Ausbreitungskonstanten β aus entsprechend dem Ausdruck $\exp(-j\beta z)$ (z = axiale Koordinate). Dabei ist der Grundwelle ein effektiver Brechungsindex $n_e = \beta/k$ zugeordnet, mit der Wellenzahl $k = 2\pi/\lambda$ des freien Raumes, d.h. dem Vakuum (λ = Wellenlänge des Lichts im Vakuum). Die Oberflächenwelle an der Grenzfläche zwischen der dielektrischen Schicht 20 und dem Metallfilm 30 hat dann die gleiche Ausbreitungskonstante, wenn der Brechungsindex n_{20} der dielektrischen Schicht 20 gewählt wird gemäß der Formel

$$n_{20}^2 \approx n_a^2 = \frac{n_e^2}{1 + n_e^2/(n'')^2},$$

bei der n'' den Imaginärteil des komplexen Brechungsindex des Metallfilmes 30 bezeichnet.

20

Bei einer dünnen dielektrischen Schicht der Dicke $0,5\mu\text{m}$ wird der Brechungsindex n_{20} kleiner als n_a gewählt.

In dem Ausführungsbeispiel ist ein Abstand von ungefähr $5\mu\text{m}$ zwischen der Faserachse 11 und der Oberfläche 14 vorhanden. Die aufgedampfte dielektrische Schicht 20 aus CaF_2 besitzt eine Dicke von $0,15\mu\text{m}$ und einen Brechungsindex von $n_{20} = 1,39$. Der Metallfilm 30 besteht aus aufgedampftem Aluminium. Dieser Al-Metallfilm besitzt bei Licht mit einer Vakuum-Wellenlänge $\lambda = 0,85\mu\text{m}$ einen Imaginärteil

...

$n'' = 7,15$ des Brechungsindex, so daß sich bei einem effektiven Brechungsindex $n_e = 1,456$ der Grundwelle in einer Quarzglasfaser $n_a = 1.427$ ergibt.

- 05 Bei einer Schichtdicke der Schicht 20 von nur $0,15\mu\text{m}$ sollte n_{20} etwas kleiner sein, so daß $n_2 = 1.39$ eine gute Wahl darstellt.

- 10 Ein derartiger Polarisator besitzt eine TE-Dämpfung von weniger als 1dB und eine TM-Dämpfung von mehr als 40 dB, was einem Polarisationsgrad von besser als 99,99% entspricht.

- 15 Die Erfindung ist nicht auf das Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern ist auf weitere Ausführungsbeispiele anwendbar, z.B. auf einen Lichtwellenleiter, dessen lichtführender Kern bezüglich der Faserachse so exzentrisch angeordnet ist, daß auf ein Anschleifen der Oberfläche verzichtet werden kann.

20

25

30

...

3305104

Nummer:

33 05 104

Int. Cl.³:

G 02 B 5/172

Anmeldetag:

15. Februar 1983

Offenlegungstag:

16. August 1984

q

1/1

